

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 002 133.3

REC'D 16 DEC 2004

WIPO PCT

**Anmeldetag:**

15. Januar 2004

**Anmelder/Inhaber:**

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Piezoelektrischer Aktor

**IPC:**

H 02 N 2/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Oktober 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schäfer



12.12.03 Hue

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Piezoelektrischer Aktor

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem piezoelektrischen Aktor nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20

Es sind schon Piezoaktoren, beispielsweise aus der DE 198 38 862 A1, bekannt mit piezoelektrischen Keramiksichten, die übereinander zu einem Multilayerstapel geschichtet angeordnet sind, wobei die piezoelektrischen Keramiksichten Elektrodenschichten aufweisen, wobei zwischen den piezoelektrischen Keramiksichten jeweils eine Elektrodenschicht vorgesehen ist, wobei an den stirnseitigen Enden des Piezoaktors jeweils eine äußere Deckschicht angeordnet ist und wobei die piezoelektrischen

25

Keramiksichten und die äußeren Deckschichten jeweils eine vorbestimmte Dielektrizitätszahl aufweisen. Die äußeren Deckschichten dienen als sogenannte passive Schichten u.a. der Isolation und des Toleranzausgleichs und bestehen aus unpolarisierter Piezokeramik. Die äußeren Deckschichten sind mechanisch bearbeitet, um koplanare Oberflächen zu erzeugen und weisen eine größere Schichtdicke auf als die piezoelektrischen Keramiksichten zwischen den äußeren Deckschichten.

30

35

Piezoaktoren werden von einem Steuergerät mit hoher Frequenz vorteilhaft getaktet angesteuert. Durch die schnellen



Schaltvorgänge entstehen erhebliche elektromagnetische Störungen, die durch aufwendige Maßnahmen am Steuergerät oder an den elektrischen Zuleitungen der Piezoaktoren verringert werden müssen. Beispielsweise werden zur

5 Entstörung Entstördrosseln und/oder Entstörkondensatoren an Steckeranschlüssen, sogenannte Snubber-Netzwerke an den Schaltelementen, schaltflankenbegrenzende Maßnahmen oder abgeschirmte und/oder verdillte elektrische Zuleitungen zu den Piezoaktoren eingesetzt.

10

Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße piezoelektrische Aktor mit den

15 kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß auf einfache Art und Weise die elektromagnetischen Störungen verringert werden, indem die äußeren Deckschichten eine geringere Dielektrizitätszahl aufweisen als die piezoelektrischen Keramiksichten

20 zwischen den äußeren Deckschichten. Auf diese Weise können die elektromagnetischen Störungen viel kostengünstiger und wirkungsvoller verringert werden als beim Stand der Technik.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind

2 vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen piezoelektrischen Aktors möglich.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführung sind die äußeren Deckschichten entweder mit dem Aktor oder jeweils mit einem

30 Deckel eines den Aktor umgebenden Zylinders verbunden.

In den Ausführungsbeispielen sind die äußeren Deckschichten vorteilhafterweise mit jeweils einer Elektroden-schicht benachbart oder an einer Keramiksicht angeordnet. Bei

35 einer ersten vorteilhaften Ausführung sind die



erfindungsgemäßen äußeren Deckschichten jeweils an einer Elektroden-schicht angeordnet. Hierbei werden die äußeren Keramiks-schichten eines piezoelektrischen Aktors nach dem Stand der Technik durch erfindungsgemäße äußere Deckschichten ersetzt. Hierbei ist kein Zusatzprozeß bei der Herstellung des Aktors notwendig. Bei einem Aktor nach dem Stand der Technik können die elektromagnetischen Störungen verringert werden, indem erfindungsgemäße äußere Deckschichten zusätzlich an den äußeren Keramiks-schichten des Aktors angeordnet werden. Dies erfordert einen Zusatzprozeß bei der Herstellung des Aktors oder vor der Montage des Aktors in sein Gehäuse.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn die äußeren Deckschichten aus einer piezoelektrischen Keramik hergestellt sind, da auf diese Weise kein Zusatzprozeß oder zusätzliche Bauteile bei der Herstellung des piezoelektrischen Aktors notwendig ist.

In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  der piezoelektrischen Keramik der äußeren Deckschichten durch Zumischen von geeigneten Zusatzstoffen oder durch eine andere Veränderung der Materialzusammensetzung verringert.

Auch vorteilhaft ist, wenn die äußeren Deckschichten jeweils durch Beschichten, Kleben oder Löten mit einer Keramiks-schicht verbunden sind, da dies besonders einfache Ausführungsformen sind.

Sehr vorteilhaft ist, wenn der Aktor an den äußeren Deckschichten zwischen zwei Deckeln auf Druck vorgespannt ist, wobei die Deckel jeweils eine der äußeren Deckschicht des Aktors zugewandte weitere Isolierschicht aufweisen, die eine geringere relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  aufweist als die äußeren Deckschichten des Aktors. Auf diese Weise



können die elektromagnetischen Störungen verringert werden, ohne den piezoelektrischen Aktor nach dem Stand der Technik verändern zu müssen.

5

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

10

Fig.1 zeigt einen piezoelektrischen Aktor gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Fig.2 einen piezoelektrischen Aktor gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und Fig.3 einen piezoelektrischen Aktor gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

15

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

20

In Fig.1 ist schematisch ein piezoelektrischer Aktor 1 dargestellt, der aus einer Vielzahl von aufeinander geschichteten Keramiksichten 2 zusammengesetzt ist, die übereinander geschichtet einen sogenannten Multilayer-Stapel bilden. Der piezoelektrische Aktor erstreckt sich dabei in Richtung einer Aktorachse 6.

25

Zwischen den piezoelektrischen Keramiksichten 2 ist jeweils eine Elektrodenschicht 3 vorgesehen, die beispielsweise auf die Keramiksichten 2 mittels Siebdrucktechnik aufgedruckt sind. Die Keramiksichten 2 sind elektrisch nichtleitend und polarisierbar.

30

Gemäß dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel weist der Aktor 1 an seinen stirnseitigen Enden jeweils eine äußere Deckschicht 11 auf. Die äußeren Deckschichten 11 sind

35



beispielsweise mit dem Aktor 1 stoffschlüssig und/oder kraftschlüssig verbunden. Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel sind die äußeren Deckschichten 11 als äußere Keramiksichten 16 ausgebildet. Die äußeren Keramiksichten 16 werden auch als passive Schichten bezeichnet, da sie nur einseitig von einer Elektrodenschicht 3 benachbart sind und beispielsweise eine nicht polarisierte Keramik aufweisen. Die Keramiksichten 2 zwischen den äußeren Keramiksichten 16 sind dagegen polarisiert, jeweils zu zwei Elektrodenschichten 3 benachbart und werden daher als aktive Schichten bezeichnet.

Der piezoelektrische Aktor 1 ist beispielsweise quaderförmig oder zylinderförmig ausgebildet, wobei die Keramiksichten 2 beispielsweise quadratisch oder kreisförmig sind. Die Elektrodenschichten 3 sind aus elektrisch leitendem Material, beispielsweise Silberpalladium, Silber, Kupfer oder Gold, hergestellt und werden auch als Innenelektroden bezeichnet.

Die Elektrodenschichten 3 sind derart angeordnet, daß sie abwechselnd entweder von einer ersten Anschlußfläche 4 des Aktors 1 oder von einer der ersten Anschlußfläche 4 gegenüberliegenden zweiten Anschlußfläche 5 des Aktors 1 ausgehend in Richtung der Keramiksichten 2 verlaufen und bis nahe der jeweils gegenüberliegenden Anschlußfläche 4,5 reichen. Die von der ersten Anschlußfläche 4 ausgehenden Elektrodenschichten 3 sind mit einer ersten Außenelektrode 8 und die von der zweiten Anschlußfläche 5 ausgehenden Elektrodenschichten 3 sind mit einer zweiten Außenelektrode 9 elektrisch verbunden, wobei die Außenelektroden 8,9 beispielsweise in Form einer elektrisch leitenden Schicht an den Anschlußflächen 4,5 angeordnet sind. Zwischen den Außenelektroden 8,9 kann eine elektrische Spannung angelegt sein, die beispielsweise mittels eines elektronischen



Steuergerätes 10 beispielsweise getaktet ein- oder abgeschaltet wird. Beim Anliegen einer Spannung zwischen den Außenelektroden 8,9 wird in bekannter Weise eine Längung des Aktors 1 um einen Hub bewirkt.

5

Der piezoelektrische Aktor 1 ist bekannterweise von einem mit elektrischer Masse verbundenen Zylinder 12, der ein Aktorgehäuse bildet, umgeben. Der Zylinder 12 ist beispielsweise als eine bekannte Rohrfeder ausgebildet.

10 Zwischen dem Zylinder 12 und dem Aktor 1 kann eine elektrisch nicht leitende Vergußmasse zur Verbesserung der Wärmeableitung vorgesehen sein. Der Zylinder 12 ist stirnseitig jeweils mit einem Deckel 15 verschlossen, wobei die Deckel 15 stoffschlüssig und/oder kraftschlüssig mit dem Zylinder 12 verbunden sind. Der Zylinder 12 und die Deckel 15 sind beispielsweise aus Metall hergestellt.

15

Der Aktor 1 ist beispielsweise zwischen den Deckeln 15 auf Druck vorgespannt, d.h. der Zylinder 12 übt über die Deckel 15 eine Druckkraft auf den Aktor 1 aus, wobei die stirnseitigen Enden des Aktors 1 jeweils an einem der Deckel 15 anliegen.

20

Der Aktor 1 wird von dem Steuergerät 10 in Abhängigkeit von Betriebsparametern mit hoher Frequenz getaktet ein- oder ausgeschaltet, wobei durch sogenannte Störkapazitäten gegen Masse ungewollt Störströme und Störspannungen erzeugt werden. Die durch die Störkapazitäten hervorgerufenen elektromagnetischen Störungen führen zur Störung von elektrischen Vorrichtungen, beispielsweise des Radioempfangs, und müssen deshalb verringert werden.

25

30

Beispielsweise wird zwischen dem Zylinder 12 und dem Aktor 1 eine erste Störkapazität  $C_1$  gebildet, wobei die dem Zylinder 12 zugewandten Seitenflächen der Elektrodenschichten 3 eine

35



erste Kondensatorplatte und der Zylinder 12 eine zweite Kondensatorplatte bilden. Der Raum zwischen dem Zylinder 12 und dem Aktor 1 bildet ein sogenanntes Dielektrikum.

5 Die erste Störkapazität  $C_1$  ist jedoch klein und erzeugt nur geringe elektromagnetische Störungen, da die dem Zylinder 12 zugewandten Seitenflächen der Elektrodenschichten 3 wegen der geringen Dicke der Elektrodenschichten 3 klein und der Abstand zwischen dem Zylinder 12 und dem Aktor 1 groß ist.  
10 Außerdem ist die sogenannte relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  des Dielektrikums zwischen dem Zylinder 12 und dem Aktor 1 gering. Die erste Störkapazität  $C_1$  wird nicht durch die Erfindung beeinflusst.

15 Eine zweite Störkapazität  $C_2$  besteht jeweils zwischen den Deckeln 15 und der dem jeweiligen Deckel 15 nächsten Elektrodenschicht 3, wobei der Deckel 15 eine erste Kondensatorplatte und die dem Deckel 15 nächste Elektrodenschicht 3 eine zweite Kondensatorplatte darstellt.  
20 Das Dielektrikum der zweiten Störkapazität  $C_2$  ist jeweils durch eine der äußeren Keramikschichten 16 gebildet, die zwischen dem Deckel 15 und der dem jeweiligen Deckel 15 nächsten Elektrodenschicht 3 angeordnet sind.

25 Die zweite Störkapazität  $C_2$  hat im Gegensatz zu der ersten Störkapazität  $C_1$  eine sehr hohe Störwirkung und berechnet sich aus der Formel

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_{r16} \cdot A_{16}}{d_{16}}$$

30

, mit  $\epsilon_0$  als die Dielektrizitätskonstante im Vakuum, mit  $\epsilon_{r16}$  als die relative Dielektrizitätskonstante der äußeren Keramikschicht 16,  $A_{16}$  als Stirnfläche der äußeren Keramikschicht 16, und  $d_{16}$  als Dicke der äußeren Keramikschicht 16. Die Dicke der äußeren Keramikschicht 16  
35



entspricht dem Abstand zwischen dem Deckel 15 und der dem jeweiligen Deckel 15 nächsten Elektrodenschicht 3.

5 Zur Verringerung der Störkapazitäten  $C_2$  kann jeweils die Fläche  $A_{16}$  und/oder die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{r16}$  des Dielektrikums verringert und/oder die Dicke  $d_{16}$  der äußeren Keramikschi-  
16 chicht 16 erhöht werden.

10 Eine Erhöhung der Dicke  $d_{16}$  der äußeren Keramikschi-  
16 chichten 16 ist aus Gründen des geringen Bauraums nur in engen Grenzen und damit nur mit sehr geringer Auswirkung möglich.

15 Eine nennenswerte Verringerung der Fläche  $A_{16}$  ist aus Gründen der mechanischen Festigkeit sowie der Leistung des Aktors nicht möglich.

20 Zur Verringerung der Störkapazität  $C_2$  wird erfindungsgemäß die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{r16}$  der äußeren Deckschichten 11 derart verringert, daß die äußeren Deckschichten 11 eine geringere relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{r16}$  aufweisen als die piezoelektrischen Keramikschi-  
21 chichten 2 zwischen den äußeren Deckschichten 11.

2 Dazu sind die äußeren Deckschichten 11 aus einem Material hergestellt, das eine geringere relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  als die Keramikschi-  
22 chichten 2 zwischen den äußeren Deckschichten 11 aufweist..

30 Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel sind die äußeren Deckschichten 11 durch die äußeren Keramikschi-  
31 chichten 16 gebildet, die aus einer piezoelektrischen Keramik hergestellt sind, deren relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  beispielsweise durch Zumischen von geeigneten Zusatzstoffen  
35 oder durch eine andere geeignete Veränderung der



Materialzusammensetzung verringert ist. Die Zusammensetzung der Keramik der äußeren Keramikschichten 16 ist gegenüber den übrigen Keramikschichten 2 unterschiedlich, aber ähnlich ausgebildet.

5

Die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  der äußeren Keramikschichten eines piezoelektrischen Aktors nach dem Stand der Technik ist gleich groß wie die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  der Keramikschichten zwischen den äußeren Keramikschichten.

10

Erfindungsgemäß werden die äußeren Keramikschichten eines piezoelektrischen Aktors nach dem Stand der Technik durch äußere Keramikschichten 16 ersetzt, die eine kleinere relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{r16}$  aufweisen als die piezoelektrischen Keramikschichten 2 zwischen den äußeren Keramikschichten 16. Hierbei ist kein Zusatzprozeß bei der Herstellung des Aktors notwendig.

15

20

Die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{r16}$  der äußeren Deckschichten 11 ist beispielsweise um den Faktor 10 bis 100 mal kleiner als die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{r16}$  der Keramikschichten 2.

25

Durch die erfindungsgemäße Ausführung des piezoelektrischen Aktors können aufwendige Entstörmaßnahmen am Steuergerät 10 entfallen, beispielsweise eine Abschirmung der elektrischen Zuleitungen zum Aktor 1 oder des elektronischen Steuergerätes 10, oder sehr wirksam ergänzt werden, so daß die gleiche Entstörwirkung einfacher und kostengünstiger als beim Stand der Technik erreicht oder eine höhere Entstörwirkung bei gleich hohem Kostenaufwand wie beim Stand der Technik erzielt wird.

30



Fig.2 zeigt einen piezoelektrischen Aktor gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Bei dem piezoelektrischen Aktor nach Fig.2 sind die gegenüber dem piezoelektrischen Aktor nach Fig.1 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Der piezoelektrische Aktor nach Fig.2 unterscheidet sich von dem piezoelektrischen Aktor nach Fig.1 darin, daß an die äußeren Keramiksichten 16 des Aktors 1 jeweils eine zusätzliche Schicht aufgebracht ist, deren Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  geringer ist als die Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  der Keramiksichten 2 zwischen den zusätzlichen Schichten.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel hat der piezoelektrische Aktor 1 äußere Keramiksichten 16, die wie beim Stand der Technik identisch wie die Keramiksichten 2 zwischen den äußeren Keramiksichten 16 zusammengesetzt sind und daher eine zumindest annähernd gleich große relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  haben wie die Keramiksichten 2 zwischen den äußeren Keramiksichten 16. Die äußeren Keramiksichten 16 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel weisen beispielsweise eine größere Dicke als die Keramiksichten 2 zwischen den äußeren Keramiksichten 16 auf.

Erfindungsgemäß ist stirnseitig an die äußeren Keramiksichten 16 des Aktors 1 jeweils eine zusätzliche Isolierschicht 17 vorgesehen, deren relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{r17}$  kleiner ist als die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{r2}$  der Keramiksichten 2. Die zusätzlichen Isolierschichten 17 sind beispielsweise mittels Beschichten, Kleben, Löten oder ähnlichem an den äußeren Keramiksichten 16 des Aktors 1 angeordnet und beispielsweise aus Glas, Quarz, Klebstoff, Lack, Lot,



Siliziumoxid-Keramik oder ähnlich geeigneten Werkstoffen hergestellt. Die zusätzliche Isolierschicht 17 besteht aus einem starren, unelastischen Material.

5 Die äußere Deckschicht 11 ist bei dem zweiten Ausführungsbeispiel jeweils durch die zusätzliche Isolierschicht 17 gebildet.

10 Das Dielektrikum zwischen einem der beiden Deckel 15 und der dem jeweiligen Deckel 15 nächsten Elektrodenschicht 3 weist bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel zwei Schichten auf, die äußere Keramikschicht 16 und die zusätzliche Isolierschicht 17. Dies entspricht einer Reihenschaltung von zwei Kapazitäten, so daß sich die Störkapazität  $C_2$  für das  
15 zweite Ausführungsbeispiel wie folgt berechnet

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{\frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_{r16} \cdot A_{16}}{d_{16}}} + \frac{1}{\frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_{r17} \cdot A_{17}}{d_{17}}}$$

mit  $\epsilon_0$  als die Dielektrizitätskonstante im Vakuum,  $\epsilon_{r16}$  als die relative Dielektrizitätskonstante der äußeren  
20 Keramikschichten 16,  $A_{16}$  als Stirnfläche der äußeren Keramikschichten 16 und  $d_{16}$  als die Dicke der äußeren Keramikschichten 16,  $\epsilon_{r17}$  als die relative Dielektrizitätskonstante der zusätzlichen Isolierschicht 17,  $A_{17}$  als die Stirnfläche der zusätzlichen Isolierschicht 17  
25 und  $d_{17}$  als die Dicke der zusätzlichen Isolierschicht 17.

Fig.3 zeigt einen piezoelektrischen Aktor gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

30 Bei dem piezoelektrischen Aktor nach Fig.3 sind die gegenüber dem piezoelektrischen Aktor nach Fig.1 und Fig.2 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Der piezoelektrische Aktor nach Fig.3 unterscheidet sich von dem piezoelektrischen Aktor nach Fig.1 und Fig.2 darin, daß



die zusätzliche Isolierschicht 17 nicht mit dem Aktor 1, sondern jeweils mit einem der Deckel 15 stoffschlüssig und/oder kraftschlüssig verbunden ist.

5 Erfindungsgemäß weisen die Deckel 15 jeweils die zusätzliche Isolierschicht 17 auf. Die zusätzliche Isolierschicht 17 ist als äußere Deckschicht 11 jeweils an einer der äußeren Keramikschicht 16 des Aktors 1 zugewandten Stirnseite der Deckel 15 vorgesehen.

10 Die zusätzlichen Isolierschichten 17 sind beispielsweise mittels Beschichten, Kleben, Löten oder ähnlichem mit den Deckeln 15 des Zylinders 12 verbunden und beispielsweise aus Glas, Quarz, Klebstoff, Lack, Lot, Siliziumoxid-Keramik oder  
15 ähnlich geeigneten Werkstoffen hergestellt.

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel hat der Aktor 1 wie in dem zweiten Ausführungsbeispiel äußere Keramikschichten 16, die beispielsweise identisch wie die Keramikschichten 2  
20 zwischen den äußeren Keramikschichten 16 zusammengesetzt sind und daher eine zumindest annähernd gleiche relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  haben wie die Keramikschichten 2 zwischen den äußeren Keramikschichten 16.

2 Die Ausführung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel hat den Vorteil, daß der Aufbau des Aktors 1 unverändert bleibt und nur eine erfindungsgemäße Verbesserung an den Deckeln 15 des Zylinders 12 erfolgt.



12.12.03 Hue

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

# Ansprüche

15

20

25

30

35

1. Piezoelektrischer Aktor mit piezoelektrischen  
Keramiksichten, die übereinander zu einem  
Multilayerstapel geschichtet angeordnet sind, wobei  
zwischen den piezoelektrischen Keramiksichten jeweils  
eine Elektrodenschicht vorgesehen ist, wobei an den  
stirnseitigen Enden des Aktors jeweils eine äußere  
Deckschicht angeordnet ist und wobei die  
piezoelektrischen Keramiksichten und die äußeren  
Deckschichten jeweils eine vorbestimmte  
Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  aufweisen, dadurch  
gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (11,16,17)  
eine geringere relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$   
aufweisen als die piezoelektrischen Keramiksichten (2)  
zwischen den äußeren Deckschichten (11,16,17).
2. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (11,16,17)  
mit dem Aktor (1) verbunden sind.
3. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (11,16,17)  
jeweils mit einem Deckel (15) eines den Aktor (1)  
umgebenden Zylinders (12) verbunden sind.



4. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (16) mit jeweils einer Elektrodenschicht (3) benachbart sind.
- 5 5. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (17) jeweils an einer Keramikschrift (2) angeordnet sind.
- 10 6. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (16) aus einer piezoelektrischen Keramik hergestellt sind.
- 15 7. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  der Keramik der äußeren Deckschicht (16) durch Zumischen von Zusatzstoffen verringert ist.
- 20 8. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (17) jeweils durch Beschichten, Kleben oder Lötten mit einer Keramikschrift (2) verbunden sind.
- 2 9. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (17) jeweils aus Quarz, einem Glas, einem Klebstoff, einem Lack, einem Lot oder Siliziumoxid-Keramik hergestellt sind.
- 30 10. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Deckschichten (17) starr und unelastisch ausgebildet ist.



12.12.03 Hue

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Piezoelektrischer Aktor

Zusammenfassung

15

Es sind bereits piezoelektrische Aktoren bekannt mit  
Keramiksichten und Elektrodenschichten, wobei an den  
stirnseitigen Enden des Piezoaktors jeweils eine äußere  
Deckschicht angeordnet ist und wobei die Keramiksichten  
und die äußeren Deckschichten jeweils eine vorbestimmte  
Dielektrizitätskonstante aufweisen. Durch das schnelle  
Beschalten des Aktors entstehen erhebliche  
elektromagnetische Störungen, die durch aufwendige Maßnahmen  
am Steuergerät oder an Elektroleitungen verringert werden  
müssen.

20

25

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden die  
elektromagnetischen Störungen verringert, indem die  
Störkapazität zwischen dem Aktor und dem mit elektrischer  
Masse verbundenen Aktorgehäuse verringert wird.

30

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß die äußeren  
Deckschichten (16,17) eine geringere relative  
Dielektrizitätskonstante aufweisen als die Keramiksichten  
(2) zwischen den äußeren Deckschichten (16,17).

35

(Fig.1)



Fig. 1

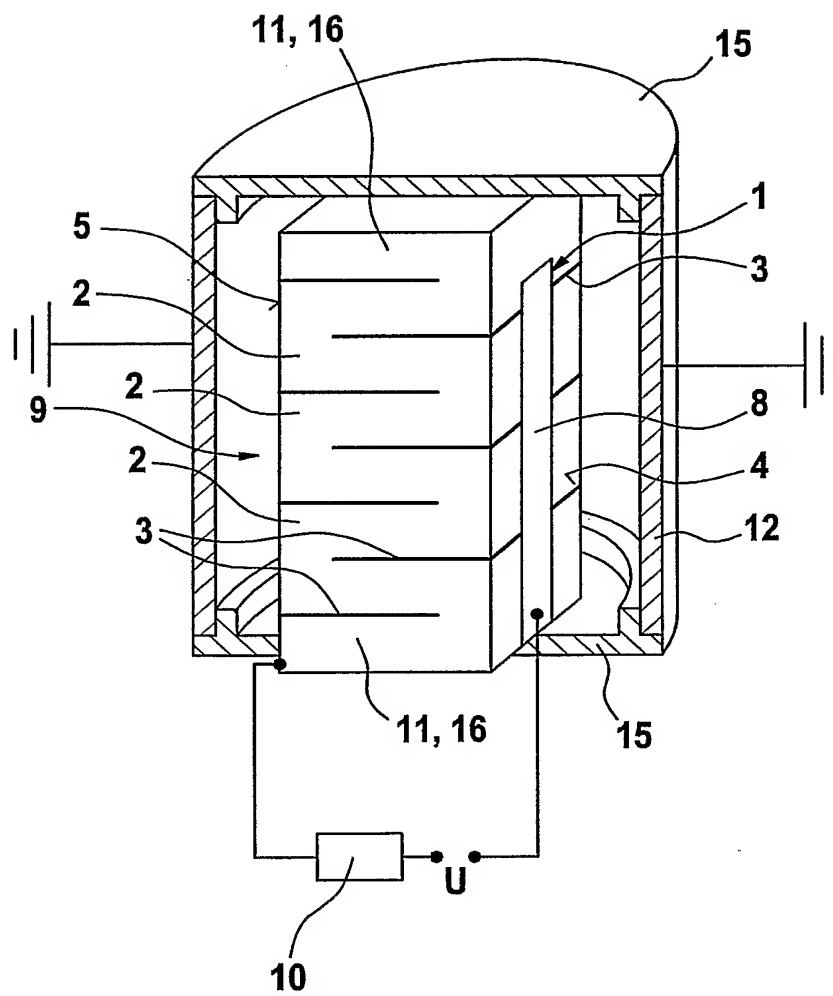




Fig. 2

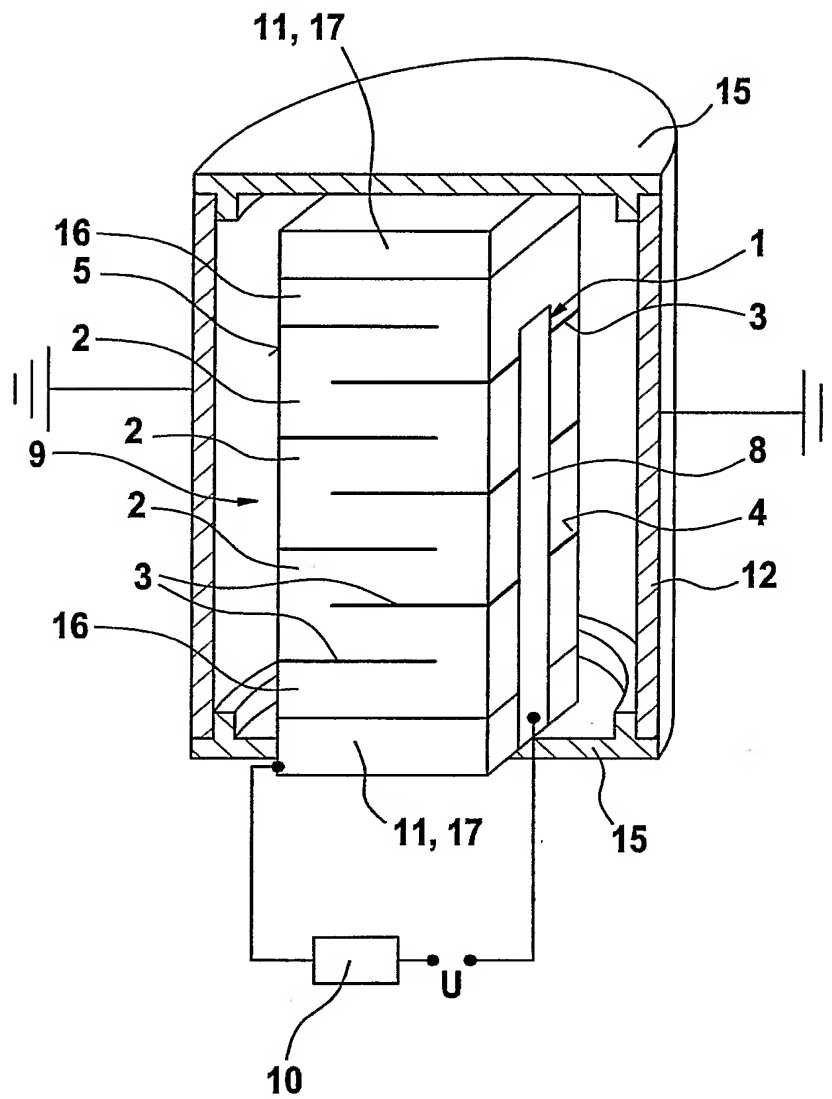




Fig. 3

